

**Результаты эксперимента по циклическому промерзанию-оттаиванию
модельных и природных образцов песчаных грунтов**

Манухин Илья Владимирович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия

E-mail: il.hrommann@gmail.com

Песчаные грунты, распространенные в области развития сезонного протаивания или сезонного промерзания, оказываются подвержены действию циклического промерзания-оттаивания (далее ЦПО), данный процесс может оказывать значительное влияние на их строение. В грунтах, подверженных циклическому промерзанию-оттаиванию, имеют место процессы термического расширения отдельных кристаллов минералов и криогидратационного разрушения, представляющего собой промерзание воды в дефектах зерен и откалывание фрагментов от последних, вследствие возникновения давления при фазовом переходе вода-лед.

Целью работы было изучение изменения гранулометрического состава образцов модельных и природных песчаных грунтов под влиянием ЦПО (120 циклов).

Объектами исследования стали образцы песков и их отдельные фракции: флювиогляциальный (fPms) песок средней крупности (по ГОСТ 25100-2020), кварцевый, с глинисто-железистыми пленками на зернах; фракция 0,5-0,25 мм, отобранная сухим просеиванием из выше описанного песка; этот же флювиогляциальный песок, очищенный от пленок путем оттаивания в 5% растворе HCl и отмучивания тонкодисперсной составляющей; фракция 0,5-0,25 мм песка, очищенного от пленок по той же методике и карбонатный песок.

ЦПО проводилось в холодильных камерах при температурах -10°C и -20°C , каждый цикл состоял из 4 часов пребывания при комнатной температуре и 4 часов оттаивания в морозильной камере, происходило всестороннее промерзание образцов в условиях закрытой системы. Грунты находились в водонасыщенном состоянии в жестких алюминиевых бюксах.

В результате 120 циклов промерзания-оттаивания флювиогляциальный песок и выделенная из него же фракция 0,5-0,25 мм претерпели изменения в гранулометрическом составе, более значительные изменения произошли в образцах промораживаемых при -20°C , произошло дробление частиц среднеспесчаной фракции, возможно и мелкопесчаной, преобладающий размер образующихся обломков 0,25-0,1 мм, значительная доля имеет размер $<0,05$ мм.

Образцы флювиогляциального песка и выделенной из него фракции 0,5-0,25 мм, очищенные от пленок, показали большую устойчивость к воздействию ЦПО, чем исходные образцы.

Карбонатный песок после 120 циклов при -20°C претерпел незначительное дробление, причем наибольшая его часть пришлась на самую крупную (по размеру) его фракцию 0,5-0,25 мм, подавляющее большинство обломков имело размерность 0,25-0,1 мм, реже 0,1-0,05 мм и $<0,05$ мм.

По полученным представляется, что понижение температуры промерзания может приводить к усилению процессов криогенного разрушения частиц, а наличие на зернах кварца пленок снижает устойчивость зерен к криогенному дроблению.